

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 07209662

(43)Date of publication of application: 11.08.1995

(51)Int.Cl.

G02F 1/1343  
G02F 1/133  
G02F 1/1347

(21)Application number: 06006588

(22)Date of filing: 25.01.1994

(71)Applicant:

(72)Inventor:

HITACHI LTD

SASAKI TORU

KITAJIMA MASAOKI

HIYAMA IKUO

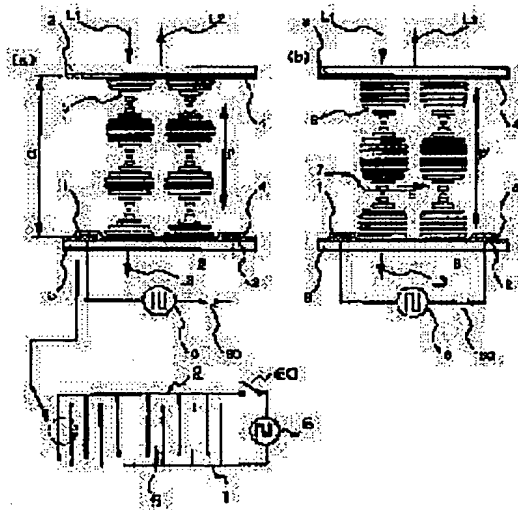
KONDO KATSUMI

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY AND LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To realize a reflection type color liquid crystal display device having high light utilization efficiency.

**CONSTITUTION:** Cholesteric liquid crystal compsn. 5 having a selective reflection wavelength of visible light are filled into the gap between a pair of substrates 3 opposed each other with a specified interval. Electrodes 1, 2 having a structure for impressing an electric field in a direction parallel with the surface of at least one substrate opposed to the other substrate of a pair of the substrate 3, on the liquid crystal compsns. are formed on the surface above described. The pitch of the cholesteric liquid crystal compsns. 5 is changed by the electric field to change the central wavelength of the selective reflection, by which the display of plural colors is made possible.



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-209662

(43) 公開日 平成7年 (1995) 8月11日

(51) Int. Cl. °	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F	1/1343			
	1/133	5 1 0		
	1/1347			

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平6-6588

(22) 出願日 平成6年 (1994) 1月25日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 佐々木 亨

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 北島 雅明

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 檜山 郁夫

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 弁理士 富田 和子

最終頁に続く

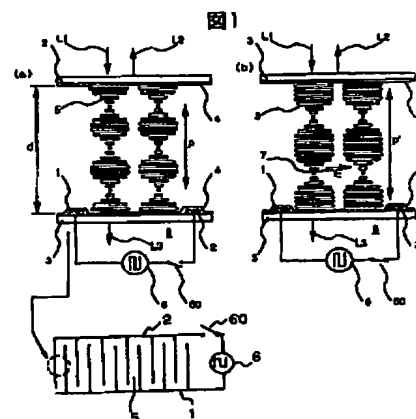
(54) 【発明の名称】 液晶表示器および液晶表示装置

(57) 【要約】

【目的】 光利用効率が高い反射型カラー液晶表示装置を実現する。

【構成】 一定の間隔で対向配置させた一对の基板3の間に、可視光の領域に選択反射波長を有するコレステリック液晶組成物5を充填し、一对の基板3のうちの少なくとも一方の基板の他方の基板に対向させた表面に、この表面に平行な方向の電界を液晶組成物に印加する構造を有する電極1、2を形成する。

【効果】 電界によってコレステリック液晶組成物5のピッチを変化させ、その選択反射の中心波長を変化させることにより複数色の表示が可能となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】一定の間隔で対向させた一对の基板と、前記一对の基板の間隙に、その螺旋軸が前記一对の基板の両表面に、略垂直になるように充填されたコレステリック液晶組成物と、前記一对の基板のうちの少なくとも一方の基板の、他方の基板側の表面に設けられた電極群とを有し、

前記一对の基板の他方の基板側の両表面は、前記コレステリック液晶組成物分子の配向方位角が、当該表面に対して一定となるように処理されており、

前記電極群は、前記一对の基板の表面に平行な方向の電界を前記コレステリック液晶組成物に印加するよう、前記一对の基板のうちの少なくとも一方の基板の、他方の基板側の表面に配置されており、

前記コレステリック液晶組成物の螺旋ピッチは、前記電極群によって印加される前記電界によって制御されることを特徴とする液晶表示器。

【請求項2】螺旋のねじれが右巻のコレステリック液晶組成物を充填した請求項1記載の液晶表示器と、前記螺旋のねじれが右巻のコレステリック液晶組成物と螺旋の自発ピッチ $p_0$ と平均の屈折率 $n$ との積が等しい、螺旋のねじれが左巻のコレステリック液晶組成物を充填した請求項1記載の液晶表示器とを有し、

前記各液晶表示器は、任意の順番で各液晶装置の前記基板が並行となるように積層されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項3】コレステリック液晶組成物の螺旋の自発ピッチ $p_0$ と平均の屈折率 $n$ との積が

$$380(\text{nm}) \leq n \cdot p_0 \leq 530(\text{nm})$$

の関係を満たす請求項1記載の液晶表示器と、

コレステリック液晶組成物の螺旋の自発ピッチ $p_0$ と平均の屈折率 $n$ との積が

$$480(\text{nm}) \leq n \cdot p_0 \leq 630(\text{nm})$$

の関係を満たす請求項1記載の液晶表示器と、

コレステリック液晶組成物の螺旋の自発ピッチ $p_0$ と平均の屈折率 $n$ との積が

$$570(\text{nm}) \leq n \cdot p_0 \leq 800(\text{nm})$$

の関係を満たす請求項1記載の液晶表示器と、

可視光吸収体とを有し、

前記各液晶表示器は、任意の順番で各液晶装置の前記基板が並行となるように積層されており、前記可視光吸収体は、積層された全ての液晶表示装置の下層に配置されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項4】請求項1記載の液晶表示器であって、前記電極群は、一定の間隔で周期的に前記基板の表面に配置された第1の電極群と、第1の電極群と前記間隔の $1/6$ ずれた位置に周期的に配置された第2の電極群と、第1の電極群に対して前記第2の電極と同方向に、前記間隔の $2/6$ ずれた位置に周期的に配置された第3の電

極群と、

第1の電極群に対して前記第2の電極と同方向に、前記間隔の $3/6$ ずれた位置に周期的に配置された第4の電極群と、

第1の電極群に対して前記第2の電極と同方向に、前記間隔の $4/6$ ずれた位置に周期的に配置された第5の電極群と、

第1の電極群に対して前記第2の電極と同方向に、前記間隔の $5/6$ ずれた位置に周期的に配置された第6の電極群とを含み、

かつ、前記第1の電極群と前記第2の電極群は、任意の位置に配置された第7の電極に接続し、

前記第4の電極群と前記第5の電極群は、任意の位置に配置された第8の電極に接続していることを特徴とする液晶表示器。

【請求項5】請求項4記載の液晶表示器であって、前記コレステリック液晶組成物の螺旋の自発ピッチ $p_0$ と平均の屈折率 $n$ との積は、次式

$$380(\text{nm}) \leq n \cdot p_0 \leq 530(\text{nm})$$

の関係を満たすことを特徴とする液晶表示器。

【請求項6】請求項2または3記載の液晶表示装置であって、

前記積層された各液晶表示器の電極群のうち、異なる液晶表示器の各電極群は、前記基板に並行な方向について相互に同じ位置に配置されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項7】請求項2または3記載の液晶表示装置であって、

前記積層された各液晶表示器の電極群のうち、異なる液晶表示装置の各電極群は、積層された各液晶表示装置の基板に並行な方向であって、かつ、それぞれ異なる方向に電界を印加するよう配置されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項8】請求項2、3、6または7記載の液晶表示装置であって、

前記各液晶表示器の前記一对の基板の間隔 $d$ は、任意の地点において常に、前記コレステリック液晶組成物の螺旋の自発ピッチ $p_0$ と、前記一对の基板の一方の基板の表面におけるコレステリック液晶組成物分子の配向方位角と他方の基板の表面におけるコレステリック液晶組成物分子の配向方位角との角度差 $\phi$ と、正の定整数 $m$ に対して、次式

$$|d/p_0 - (m\pi + \phi)/(2\pi)| < 1/4$$

の関係を満たすことを特徴とする液晶表示器。

【請求項9】請求項1、4または5記載の液晶表示器であって、

前記一对の基板の間隔 $d$ は、任意の地点において常に、前記コレステリック液晶組成物の螺旋の自発ピッチ $p_0$ と、前記一对の基板の一方の基板の表面におけるコレステリック液晶組成物分子の配向方位角と他方の基板の表

面におけるコレステリック液晶組成物分子の配向方位角との角度差 $\phi$ と、正の定整数 $m$ に対して、次式 $|d/p_0 - (m\pi + \phi) / (2\pi)| < 1/4$ の関係を満たすことを特徴とする液晶表示器。

【請求項10】請求項2、3、6、7または8記載の液晶表示装置であって、

入射する外光を、当該光が前記各液晶表示器の基板に略垂直に入射するよう屈折する、積層された複数の前記液晶表示器の上部に配置された平行光化手段を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項11】請求項1、4、5または9記載の液晶表示器であって、

入射する外光を、当該光が前記液晶表示器の基板に略垂直に入射するよう屈折する、前記液晶表示器の上部に配置された平行光化手段を有することを特徴とする液晶表示器。

【請求項12】請求項2、3、6、7、8または10記載の液晶表示装置であって、

前記積層された複数の前記液晶表示器の上層に積層され、前記複数の前記液晶表示器に入射する光量もしくは前記複数の前記液晶表示器が外部に反射する光量を、複数の前記液晶表示器の前記基板に平行な面上の所定の領域毎に制御する透過型液晶表示装置を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項13】請求項1、4、5、9または11記載の液晶表示器であって、

前記液晶表示器の上層に積層され、前記液晶表示器に入射する光量もしくは前記複数の前記液晶表示器が外部に反射する光量を、前記基板に平行な面上の所定の領域毎に制御する透過型液晶表示装置を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項14】請求項3記載の液晶表示装置であって、選択しなかった液晶表示装置が順番に交代するように、前記3つの液晶表示器のうちより順次選択した2つの液晶表示器の電極に、前記電界を発生するための電圧を前記電源より順次印加する電源を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項15】請求項4記載の液晶表示器であって、前記第7の電極と第3の電極との間の電位差の絶対値と、前記第8の電極と第6の電極との間の電位差の絶対値とが常に等しく第1の所定値となり、前記第3の電極と第8の電極との間の電位差の絶対値と、前記第6の電極と前記第1の電極との間の電位差の絶対値とが常に等しく第2の所定値となるように、前記第3の電極と第6の電極と第7の電極と第8の電極とに、それぞれ所定の振幅の交流化された電圧を印加する複数の電源を有することを特徴とする液晶表示器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、コレステリック液晶を

用いて反射光によりカラー表示を行う液晶表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】反射型の液晶表示装置は、光源を必要とせず消費電力も小さいことから、透過型の液晶表示装置に比べ携帯型の情報機器の適用に適していると言える。

【0003】また、このような従来の反射型の液晶表示装置としては、たとえば、Proceedings of SID, Vol. 27 (1986)p. 223-227に記載されているコレステリック-ネマチック相転移性を利用した反射型の液晶表示装置が知られている。

【0004】このProceedings of SID, Vol. 27 (1986)p. 223-227に記載の反射型の液晶表示装置では、電界無印加状態でコレステリック相を呈する液晶組成物に、配向方向によって光の吸収性が異なる二色性色素を混合してゲスト-ホスト型となし、液晶組成物を挟持する基板に垂直な方向の（コレステリック液晶組成物の螺旋軸と平行な方向の）電界を印加して、ネマチック相への相転移を起こし、これにより二色性色素分子の配向方向を変化させることによって電界の非印加時とは異なる色を表示していた。

【0005】また、基板に垂直な方向の電界を、液晶組成物を挟持する平行平板型コンデンサ素子で近似される負荷を充放電することにより印加していた。

【0006】また、従来の液晶表示装置におけるカラー表示は、特開昭49-74438記載のように1個1個の画素に光の3原色である赤、緑、青に対応する光吸収型のマイクロカラーフィルタを配置し、そのマイクロカラーフィルタを透過した光の加法混色によって実現されていた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】前記Proceedings of SID, Vol. 27 (1986)p. 223-227に記載の反射型の液晶表示装置によれば、液晶組成物中に混合可能な二色性色素の量には上限があり、また、二色性色素分子の配向方向が完全に揃わないことより、十分なコントラスト比を得ることが困難であるという問題があった。なお、コントラスト比を高めるために偏光板を用いると、偏光板は無偏光の光から電界の振動方向がある特定方向の偏光だけを取り出して他の方向の偏光を吸収する作用があるため光の利用効率が低下し、表示画面が暗くなるという問題が生じることとなる。

【0008】また、液晶組成物分子の長軸が基板の表面から立ち上がる動きをするため、その立上り方向が異なる部分でドメイン境界が発生して表示が乱れてしまうといった問題が生じる。

【0009】また、カラー表示を実現するために、前記したマイクロカラーフィルタを用いると、光の利用効率が、どうしても低下し、表示画面が暗くなるという問題があった。

【0010】また、電界を、液晶組成物を挟持する平行平板型コンデンサ素子で近似される負荷を充放電することにより印加するために消費電力が大きいという問題があった。また、このような印加方式では、液晶層の両側に電極を設ける必要が生じるために、表示面を見る方向によって視認性が劣化するという問題があった。

【0011】なお、ネマチック液晶組成物を用いる液晶表示装置に関しては、特公昭63-21907記載のように液晶層の一方の側のみに設けた櫛歯状電極対によって基板に平行な方向の電界を印加し、ネマチック液晶組成物の配向方向を変化させる技術が知られている。

【0012】そこで、本発明は、明るいカラー表示を良好に行うことのできる反射型のカラー液晶表示装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、本発明は、一定の間隔で対向させた一對の基板と、前記一對の基板の間隙に、その螺旋軸が前記一對の基板の両表面に、略垂直になるように充填されたコレステリック液晶組成物と、前記一對の基板のうちの少なくとも一方の基板の、他方の基板側の表面に設けられた電極群とを有し、前記一對の基板の他方の基板側の両表面は、前記コレステリック液晶組成物分子の配向方位角が、当該表面に対して一定となるように処理されており、前記電極群は、前記一對の基板の表面に平行な方向の電界を前記コレステリック液晶組成物に印加するよう、前記一對の基板のうちの少なくとも一方の基板の、他方の基板側の表面に配置されており、前記コレステリック液晶組成物の螺旋ピッチは、前記電極群によって印加される前記電界によって制御されることを特徴とすることを特徴とする第1の液晶表示器を提供する。

【0014】また、このような液晶表示器であって、前記電極群は、一定の間隔で周期的に前記基板の表面に配置された第1の電極群と、第1の電極群と前記間隔の1/6ずれた位置に周期的に配置された第2の電極群と、第1の電極群に対して前記第2の電極と同方向に、前記間隔の2/6ずれた位置に周期的に配置された第3の電極群と、第1の電極群に対して前記第2の電極と同方向に、前記間隔の3/6ずれた位置に周期的に配置された第4の電極群と、第1の電極群に対して前記第2の電極と同方向に、前記間隔の4/6ずれた位置に周期的に配置された第5の電極群と、第1の電極群に対して前記第2の電極と同方向に、前記間隔の5/6ずれた位置に周期的に配置された第6の電極群とを含み、かつ、前記第1の電極群と前記第2の電極群は、任意の位置に配置された第7の電極に接続し、前記第4の電極群と前記第5の電極群は、任意の位置に配置された第8の電極に接続していることを特徴とする第2の液晶表示器を提供する。

【0015】また、本発明は、前記第1もしくは第2の

液晶表示器を2つ用い、両者の前記コレステリック液晶組成物を、その螺旋の自発ピッチ $p_0$ と平均の屈折率 $n$ との積が等しく螺旋のねじれが逆向きのものとし、2つの液晶表示器を積層した第1の液晶表示装置を提供する。

【0016】また、本発明は、3つの前述した第1の表示器を用い、各組の各液晶表示器の、コレステリック液晶組成物を、それぞれ、その螺旋の自発ピッチ $p_0$ と平均の屈折率 $n$ との積が  $380(\text{nm}) \leq n \cdot p_0 \leq 530(\text{nm})$  の関係を満たすもの、 $480(\text{nm}) \leq n \cdot p_0 \leq 630(\text{nm})$  の関係を満たすもの、 $570(\text{nm}) \leq n \cdot p_0 \leq 800(\text{nm})$  の関係を満たすものとし、各液晶表示器を、任意の順番で各液晶装置の前記基板が並行となるように積層し、可視光吸収体を、積層した各液晶表示装置の下層に配置した第2の液晶表示装置を提供する。

【0017】なお、さらに、このような液晶表示器や液晶表示装置に入射する光量もしくは、これが外部に反射する光量を、複数の前記液晶表示器の前記基板に平行な面上の所定の領域毎に制御する透過型液晶表示装置を、その上部に備えることが好ましい。また、前記各液晶表示器の前記一對の基板の間隔 $d$ は、任意の地点において常に、前記コレステリック液晶組成物の螺旋の自発ピッチ $p_0$ と、前記一對の基板の一方の基板の表面におけるコレステリック液晶組成物分子の配向方位角と他方の基板の表面におけるコレステリック液晶組成物分子の配向方位角との角度差 $\phi$ と、正の定整数 $m$ に対して、次式  $|d/p_0 - (m\pi + \phi) / (2\pi)| < 1/4$  の関係を満たすことが望ましい。また、前述した各液晶表示器や液晶表示装置には、さらに、液晶表示器の基板に略垂直に入射するよう屈折する、前記液晶表示器の上部に配置された平行光化手段を備えることが望ましい。

【0018】

【作用】さて、前記第1の液晶表示器によれば、電極間に電圧を印加するとコレステリック液晶組成物には基板表面にほぼ平行な方向の電界が印加される。この電界によってコレステリック液晶組成物の分子長軸の配向方向が基板表面に平行な面内で回転するような力を受けるため、コレステリック液晶組成物の螺旋のピッチ $p$ が自発ピッチ $p_0$ より大きくなる。コレステリック液晶組成物の螺旋軸方向の光の選択反射の中心波長 $\lambda$ とコレステリック液晶組成物の螺旋のピッチ $p$ と平均の屈折率 $n$ との間には、 $\lambda = n \cdot p$ なる関係があるため、コレステリック液晶組成物の螺旋のピッチが大きくなることによって光の選択反射の中心波長が大きくなる。したがって、選択反射する色を、電極群に印加する電圧によって制御し、カラー表示を実現することができる。

【0019】また、コレステリック液晶組成物分子の長軸は基板表面にほぼ平行な方向の電界によって基板表面に平行な面内で回転する動きをするだけで、基板の表面から立ち上がる動きをしないため、その立ち上がり方向が異

なることによるドメイン境界が発生しない。特に、対向させた一对の基板の間隔 $d$ が、液晶組成物を充填した任意の地点で常に $|d/p_0 - (m\pi + \phi)/(2\pi)| < 1/4$ を満たすように設定すると、巻数の相違によるドメイン境界が発生しない。なお、ここでいうドメイン境界とは、液晶組成物の配向ベクトル(ダイレクタ)が空間的に不連続に変化する部分のことである。また、液晶表示器の基板に略垂直に入射するよう屈折する、前記液晶表示器の上部に配置された平行光化手段を備えれば、視角の相違による、視認性の、ばらつきを軽減することができる。

【0020】また、前記第2の液晶表示装置によれば、たとえば、自発ピッチにおける選択反射の中心波長が青色領域であるコレステリック液晶組成物を用い、前記第7の電極と第3の電極との間の電位差の絶対値と、前記第8の電極と第6の電極との間の電位差の絶対値とが常に等しく選択反射中心波長が赤/緑色となる値となり、前記第3の電極と第8の電極との間の電位差の絶対値と、前記第6の電極と前記第1の電極との間の電位差の絶対値とが常に等しく選択反射中心波長が緑/赤色の値となるように、前記第3の電極と第6の電極と第7の電極と第8の電極とに、それぞれ所定の振幅の交流化された電圧を印加することにより、光の3原色である赤、青、緑が交互に周期的に配置された反射パターンを実現できる。したがって、液晶表示装置に入射する光量もしくは、これが外部に反射する光量を、複数の前記液晶表示器の前記基板に平行な面上の所定の領域毎に制御する透過型液晶表示装置を、その上部に備えれば、赤、青、緑の光量を任意に制御し、フルカラーの表示を実現することができる。

【0021】次に、前記第1の液晶表示装置によれば、螺旋のねじれが右巻と左巻のコレステリック液晶組成物によって右回り偏光と左回り偏光の両者を反射することができ、光利用効率を向上することができる。

【0022】また、前記第2の液晶表示器によれば、たとえば、選択しなかった液晶表示装置が順番に交代するように、前記3つの液晶表示器のうちより順次選択した2つの液晶表示器の電極に、前記電界を発生するための電圧を前記電源より順次印加することにより、光の3原

$$|d/p_0 - (m\pi + \phi)/(2\pi)| < 1/4 \dots (式1)$$

を満たすよう間隔 $d$ の誤差を収めた。このようにすることにより、一对の基板間に充填された全ての同電界中の液晶組成物の螺旋の巻数を同じとし、その分子長軸の向きを、電極1、2の長辺方向とほぼ垂直な相互に逆向きの2つの方向のうちの一方の同じ向きに配向させることができる。

【0030】ただし、 $m$ は正の定整数であり、ここでは、 $m$ を18に設定した。

【0031】そして、電極1、2に印加する電圧を制御するスイッチング素子60を介して、出力電圧の振幅を

色である赤、青、緑が交互に周期的に反射される反射パターンを実現できる。したがって、液晶表示装置に入射する光量もしくは、これが外部に反射する光量を、複数の前記液晶表示器の前記基板に平行な面上の所定の領域毎に制御する透過型液晶表示装置を、その上部に備えれば、前記赤、青、緑が交代する周期に合わせ、赤、青、緑の光量を任意に制御することができ、フルカラーの表示を実現することができる。

【0023】

10 【実施例】以下、本発明に係る液晶表示装置の実施例について説明する。

【0024】【実施例1】まず、第1の実施例について説明する。

【0025】図1aに、本第1実施例に係る液晶表示装置の断面を示す。

【0026】図示するように、本第1実施例に係る液晶表示装置は、一对の光透過性のプラスチック基板3の一方の基板の表面に、短冊状の形状の金属電極1、2を形成し、電極1、2を覆うように一对の基板3の向き合う表面にポリイミド樹脂配向膜4を形成したものである。

【0027】また、配向膜4には基板表面における液晶組成物5の分子長軸方向が電極1、2の長辺方向とほぼ垂直に配向させるようにラビング処理を施している。すなわち、一对の基板3のそれぞれの基板表面における液晶組成物分子5の配向方位角の角度差 $\phi$ は0になるようにした。なお、角度差 $\phi$ は図2に示すように、一对の基板3のそれぞれの基板表面における分子長軸方向の角度差とした。

【0028】また、一对の基板3は、プラスチックビーズスペーサ(図示せず)によって一定の間隔 $d = 5(\mu\text{m})$ で対向配置させており、この一对の基板3の間隙には、誘電率異方性が正であり、平均の屈折率 $n$ が1.5であり、螺旋のねじれが右巻で螺旋の自発ピッチ $p_0$ が280(nm)のコレステリック相を呈する液晶組成物5を充填している。なお、このような液晶組成物としては、たとえば、コレステリルクロライドとシアノベンチルピフェニルとの混合物等を用いることができる。

【0029】また、液晶表示装置の全面に渡って、一对の基板の間隔 $d$ が

$|d/p_0 - (m\pi + \phi)/(2\pi)| < 1/4 \dots (式1)$

変化させることが可能な交流電源6を電極1、2に接続した。

【0032】このような構造の液晶表示装置において、電極1、2間に電圧が印加されない状態では、コレステリック液晶組成物5の螺旋のピッチは図1a中に示した $p$ になる。配向膜4の表面ではコレステリック液晶組成物5の分子長軸方向が電極1、2の長辺方向とほぼ垂直な方向に規定されているため、一定の間隔 $d$ で対向させた一对の基板3の間隙に充填された状態におけるコレステリック液晶組成物5の螺旋のピッチ $p$ は自発ピッチ $p$

0より若干ずれる。

【0033】ここで、この状態において、コレステリック液晶組成物5の性質より、液晶表示装置8への入射光L1のうち、コレステリック液晶組成物5の螺旋のピッチpによって定まる、

$$\lambda = n \cdot p \dots (式2)$$

選択反射の中心波長 $\lambda$ を中心とする波長領域の右回り円偏光L2が選択反射される。右回り円偏光が選択反射されるのは、コレステリック液晶組成物5の螺旋のねじれが右巻であるためである。なお前述したように、nはコレステリック液晶組成物の平均の屈折率を表す。ここで、電極1、2間に電圧が印加されない状態では、選択反射の中心波長 $\lambda$ は417(nm)であった。

【0034】次にスイッチング素子60をオンして交流電源6から電極1、2間に電圧が印加された状態では、一対の基板3の表面にほぼ平行な電界7が発生し、コレステリック液晶組成物5の分子長軸の方向が印加電界7の方向に向きやすくなるため、コレステリック液晶組成物5の螺旋のピッチは図1a中のpから、図1b中のp'に変化する。

【0035】したが、 $\lambda = n \cdot p'$ で定まる選択反射の中心波長 $\lambda$ を中心とする波長領域の右回り円偏光L2が選択反射され、選択反射光L2と同じ波長領域の左回り円偏光と選択反射光L2の波長領域以外の光を合わせた光L3は透過する。

【0036】図3に、スイッチング素子60をオンして交流電源6から電極1、2間に電圧を印加した状態で交流電源6からの出力電圧の振幅を変化させたときの、コレステリック液晶組成物5に印加される電界7とコレステリック液晶組成物5の螺旋のピッチとの関係を示す。

【0037】図示するように、印加電界が0の時にはpであった螺旋のピッチは、印加電界を増大させるにつれて曲線100のように階段状に増大し、印加電界がしきい値 $E_{th}$ に達した時螺旋が完全に解けることによって無限大になった。ここで、この印加電界-螺旋ピッチ特性100より作成した滑らかな曲線101より求めた、各階段のステップ上のステップの両端を避けた電界 $E_{m-1}$ 、 $E_{m-2}$ 、 $E_{m-3}$ 、…で液晶表示装置8を駆動すると螺旋のピッチが不連続になる点から外れて安定に動作することができる。すなわち、らせんピッチが安定する電界 $E_{m-1}$ 、 $E_{m-2}$ 、 $E_{m-3}$ 、…では、螺旋のピッチが不安定になる点から外れて安定に動作する。また、一対の基板3間の間隔dは、常に配向方位角の角度差 $\phi$ と螺旋の自発ピッチ $p_0$ に対して式(1)を満たすため、電界 $E_{m-1}$ 、 $E_{m-2}$ 、 $E_{m-3}$ 、…では、ドメイン境界が発生しない。

【0038】さて、このような駆動によって液晶表示装置8を駆動すると、図4に示すように、選択反射の中心波長を変化させることができる。すなわち、液晶表示装置8の選択反射光L2は、電極1、2間に電圧が印加さ

れない状態では曲線10B1で示す反射率で反射されたが、スイッチング素子60をオンして交流電源6から電極1、2間に電圧を印加した状態で交流電源6からの出力電圧の振幅を変化させると、コレステリック液晶組成物5の螺旋のピッチが増大することによって、曲線10G1、10R1で示す反射率で反射されるように変化する。そして、これに伴って、青、緑、赤の色が反射されて見えるように変化する。

【0039】一方、図5には、液晶表示装置8の透過率の波長依存性を示した。図中の曲線10B3、10G3および10R3はそれぞれ選択反射の特性が図4中の曲線10B1、10G1および10R1である状態における透過光L3の透過率である。選択反射光L2と同様に透過光L3も交流電源6から電極1、2間に印加された電圧によって変化する。

【0040】さて、従来の基板の表面に垂直な方向の電界を液晶組成物に印加する方式では液晶組成物分子の長軸が基板の表面から立ち上がる動きをするため、その立上り方向が異なる部分でドメイン境界が発生して表示が乱れる。しかし、本第1実施例によれば、液晶組成物分子の長軸は基板の表面にほぼ平行な方向の電界によってコレステリック液晶組成物の螺旋のねじれが解けるように基板の表面に平行な面内で回転するだけであり、さらに式(1)を満たすように作成しているので、ドメイン境界は発生せず、表示は良好に維持される。

【0041】以上のように本第1実施例によれば、一対の基板3の表面にほぼ平行な電界7によって、コレステリック液晶組成物5の螺旋のピッチpを変化させ、液晶表示装置8の反射光L2および透過光L3の波長依存性を、極めて高い反射率および透過率で制御することができ

【0042】したがって、図1に示した構成をひとつのセルとしてマトリクス上に配置すれば、RGBの任意の組み合わせの8色を表示できる、光利用効率を向上した明るいカラー液晶表示装置を実現することができる。

【0043】なお、本第1実施例では一対の基板3としてプラスチック基板を用いたが、光透過性を有する基板であればよく、たとえばガラス基板を用いてもかまわない。また、電極1、2として金属電極を用いたが、導電性を有する部材であればよく、ITO(インジウム・錫酸化物)のような光透過性のある酸化物を用いてもかまわない。さらに、電極1、2は一対の基板3のうちの一方の基板表面のみに形成したが、両方の基板に分けて形成しても効果は変わらない。また、配向膜4としてポリイミド樹脂を用いたが、コレステリック液晶組成物5を均一に配向させる作用を有する部材であればよく、たとえばポリアミク酸を用いてもかまわない。さらに、ラビング処理によって基板表面における液晶組成物5の分子長軸方向を電極1、2の長辺方向とほぼ垂直に配向させたが、その配向方向は任意であり、液晶組成物5が最も



均一に配向しやすい方向に設定することができ、配向処理の方法もラビング処理に以外の方法により行うようにしてもよい。また、一対の基板3のそれぞれの基板表面における液晶組成物分子5の配向方位角の角度差 $\phi$ および一対の基板3の対向する間隔 $d$ も式(1)を満たす限り任意であり、印加電界のしきい値 $E_{th}$ を適切な値に設定するために変更してかまわない。また、使用するコレステリック液晶組成物も、使用温度範囲や螺旋のピッチの温度係数などが適切な値を有する限り任意のコレステリック液晶組成物を使用することができる。

【0044】[実施例2]以下、本発明の第2の実施例について説明する。

【0045】本第2実施例は、前記第1実施例に係る液晶表示装置において、誘電率異方性が正であるコレステリック液晶組成物に代えて、誘電率異方性が負であるコレステリック液晶組成物5を一対の基板3の間隙に充填したものである。

【0046】図2に示すように、スイッチング素子60をオンして交流電源6から電極1、2間に電圧を印加すると、一対の基板3の表面にほぼ平行な電界7が発生し、コレステリック液晶組成物5の分子短軸の方向が印加電界7の方向に向きやすくなるため、コレステリック液晶組成物5の螺旋のピッチは $p$ から $p'$ に変化する。したがって、前記第1実施例と同様に、印加電界7を増大させるのに伴って、青、緑、赤の色が反射されて見えるように変化する。

【0047】[実施例3]以下、本発明の第3の実施例について説明する。

【0048】本第3実施例は、前記第1実施例に係る液晶表示装置において、螺旋のねじれが右巻であるコレステリック液晶組成物に代えて、螺旋のねじれが左巻であるコレステリック液晶組成物5を一対の基板3の間隙に充填したものである。

【0049】このような液晶組成物としては、たとえば、コレステリルミリスレートとシアノペンチルピフェニルとの混合物がある。

【0050】本第3実施例に係る液晶表示装置によれば、スイッチング素子60をオンして交流電源6から電極1、2間に電圧を印加すると、一対の基板3の表面にほぼ平行な電界7が発生し、コレステリック液晶組成物5の分子長軸の方向が印加電界7の方向に向きやすくなるため、コレステリック液晶組成物5の螺旋のピッチは $p$ から $p'$ に変化する。液晶表示装置8への入射光 $L_1$ のうち、コレステリック液晶組成物5の螺旋のねじれが左巻であるため、選択反射される円偏光 $L_2$ は、コレステリック液晶組成物5の螺旋のピッチ $p$ によって(式2)で定まる選択反射の中心波長 $\lambda$ を中心とする波長領域の左回り円偏光になり、選択反射光 $L_2$ と同じ波長領域の右回り円偏光と選択反射光 $L_2$ の波長領域以外の光を合わせた光 $L_3$ が透過することになる。

【0051】他の点は、前記第1実施例と同様である。  
【0052】[実施例4]以下、本発明の第4の実施例について説明する。

【0053】図7に、本第4実施例に係る液晶表示装置の断面を示す。

【0054】本第4実施例に係る液晶表示装置は、螺旋のねじれが右巻のコレステリック液晶組成物5aを充填した前記第1実施例に係る液晶表示装置8aと、螺旋のねじれが左巻のコレステリック液晶組成物5bを充填した前記第3実施例に係る液晶表示装置8bを、表示面に垂直な方向から見たときに第1の液晶表示装置8aの電極1、2のパターンと第2の液晶表示装置8bの電極1、2パターンが相互に、それぞれ重なり合うように積層配置したものである。

【0055】このように、各液晶表示装置の各電極を相互に重なりあうように配置することにより、入射した外光 $L_1$ は第1の液晶表示装置8aの電極1、2によって遮られるものの、第2の液晶表示装置8bの電極1、2によって遮られることがない。したがって、入射した外光 $L_1$ が短冊状の形状の電極1、2によって遮られる比率が低く維持されて光利用効率が向上する。

【0056】さて、第1の液晶表示装置8aに入射した外光 $L_1$ のうち、(式2)で決まる選択反射の中心波長を中心とする波長領域の右回り円偏光が選択反射され、残りの光が透過する。その残りの光のうち、(式2)で決まる選択反射の中心波長を中心とする波長領域の左回り円偏光が第2の液晶表示装置8bで選択反射され、さらに残りの光 $L_3$ が透過する。第2の液晶表示装置8bで選択反射された左回り円偏光は進行方向が反対になるため第1の液晶表示装置をそのまま透過する。

【0057】したがって、反射光 $L_2$ は、入射した外光 $L_1$ のうちの、コレステリック液晶組成物5aおよび5bの平均の屈折率と螺旋のピッチで決まる選択反射の中心波長を中心とする波長領域のすべての光である。

【0058】したがって、第1、第2の液晶表示装置の選択反射の中心波長を一致させたまま変化させると、図4に示すように、選択反射光 $L_2$ は、電極1、2間に電圧が印加されない状態では曲線10B2で示す反射率で反射されるが、電極1、2間に印加する電圧を変化させると、コレステリック液晶組成物5aおよび5bの螺旋のピッチが増大することによって、曲線10G2、10R2で示す反射率で反射されるように変化する。したがって、これに伴って、青、緑、赤の色が反射されて見えるように変化する。また、さらに、実施例1に比べて2倍の光利用効率で選択反射光が反射されることになる。

【0059】なお、図5には、本第4実施例に係る液晶表示装置の透過率の波長依存性を示している。図5中の曲線10B4、10G4および10R4はそれぞれ選択反射の特性が図5中の曲線10B2、10G2および10R2である状態における透過光 $L_3$ の透過率であ

る。選択反射光L2と同様に透過光L3の波長依存性も電極1、2間に印加された電圧によって変化する。

【0060】以上のように本第4実施例によれば、液晶表示装置の反射光L2および透過光L3の波長依存性を、前記第1実施例に比べて2倍の光利用効率の反射率および透過率で制御することができる。また、短冊状の形状の電極1、2によって入射した外光L1が遮られる比率が低く維持することができる。したがって、図7に示した構成をひとつのセルとしてマトリクス上に配置すれば、RGBの任意の組み合わせの8色を表示できる、光利用効率を、より向上した明るいカラー液晶表示装置を実現することができる。

【0061】なお、本実施例においては第1の液晶表示装置を第2の液晶表示装置の上方に配置したが、任意の順序で積層配置してかまわない。また、第1の液晶表示装置および第2の液晶表示装置には必ずしも等しい電圧を印加する必要はなく、さらに、第1の液晶表示装置および第2の液晶表示装置それぞれの選択反射の中心波長を、電圧無印加の状態あるいは電圧印加状態で一致させる必要もなく、使用目的等に応じて任意に設定するようにしてよい。

【0062】【実施例5】以下、本発明の第5の実施例を説明する。

【0063】本第5実施例では、前記第1～第3実施例の、いずれかに係る3個の液晶表示装置8a、8bおよび8c、図8に示すように、それぞれの液晶表示装置の短冊状の電極1、2の長辺方向が相互に異なる方向に向くように積層配置した。これにより、表示面を見る方向により、短冊状の電極1、2によって光が遮られる比率が変化しにくくなるため、光利用効率が表示面を見る方向により変化することを抑制することができる。このようにしても、前記第4各実施例と同様明るいカラー液晶表示装置を実現することができる。

【0064】なお、各液晶表示装置それぞれの選択反射の中心波長は、電圧無印加の状態あるいは電圧印加状態で一致させるようにしてもよく、使用目的等に応じて相互に異なるように設定するようにしてもよい。

【0065】【実施例6】以下、本発明に係る第6の実施例について説明する。

【0066】図9に、本第6実施例に係る液晶表示装置の断面を示す。

【0067】本第6実施例は、6個の液晶表示装置8Ba、8Bb、8Ga、8Gb、8Raおよび8Rbを積層配置し、最下層に黒色プラスチックフィルムからなる可視光吸収体9を配置したものである。第1の液晶表示装置8Baおよび第2の液晶表示装置8Bbは、それぞれ平均の屈折率nが1.5、螺旋の自発ピッチp0が280(nm)のコレスティック相を呈する液晶組成物を充填した液晶表示装置である。また、第3の液晶表示装置8Gaおよび第4の液晶表示装置8Gbは、それぞれ螺旋

の自発ピッチp0が370(nm)のコレスティック相を呈する液晶組成物を充填した液晶表示装置であり、第5の液晶表示装置8Raおよび第6の液晶表示装置8Rbはそれぞれ、螺旋の自発ピッチp0が450(nm)のコレスティック相を呈する液晶組成物を充填した液晶表示装置である。

【0068】また、第1、第3、第5の液晶表示装置の液晶組成物の螺旋は右巻であり、第2、第4、第6の液晶表示装置の液晶組成物の螺旋は左巻である。また、その他の点では、各液晶表示装置は、第1～第3実施例で示した液晶表示装置と同様の構成を有している。

【0069】なお、各液晶表示装置の積層の順序は任意でよい。

【0070】さて、このような構成において、電圧無印加の状態では、第1の液晶表示装置8Baおよび第2の液晶表示装置8Bbにおいて、それぞれ図4中の曲線10B2の反射率で417(nm)の波長を中心とする波長領域の右回り円偏光Baおよび左回り円偏光Bbが選択反射され、図5中の曲線10B4の透過率で光が透過する。

【0071】同様に、第3の液晶表示装置8Gaおよび第4の液晶表示装置8Gbにおいてはそれぞれ図4中の曲線10G2の反射率で556(nm)の波長を中心とする波長領域の右回り円偏光Gaおよび左回り円偏光Gbが選択反射され、図5中の曲線10G4の透過率で光が透過する。

【0072】さらに、第5の液晶表示装置8Raおよび第6の液晶表示装置8Rbにおいてはそれぞれ図4中の曲線10R2の反射率で682(nm)の波長を中心とする波長領域の右回り円偏光Raおよび左回り円偏光Rbが選択反射され、図5中の曲線10R4の透過率で光が透過する。このため、電圧無印加状態ではすべての可視光が反射されて極めて明るい液晶表示装置を実現される。

【0073】一方、液晶表示装置8Ba、8Bbおよび8Ga、8Gbにスイッチング素子60を介して交流電源6から、これらの液晶表示装置の選択反射の中心波長が赤外領域になるように、電圧を印加すると、682(nm)の波長を中心とする波長領域(赤色領域)の右回り円偏光Raおよび左回り円偏光Rbのみが反射される。また、液晶表示装置8Ba、8Bbおよび8Ra、8Rbにスイッチング素子60を介して交流電源6から、これらの液晶表示装置の選択反射の中心波長が赤外領域になるように、電圧を印加すると、556(nm)の波長を中心とする波長領域(緑色領域)の右回り円偏光Gaおよび左回り円偏光Gbのみが反射される。また、液晶表示装置8Ra、8Rbおよび8Ga、8Gbにスイッチング素子60を介して交流電源6から、これらの液晶表示装置の選択反射の中心波長が赤外領域になるように、電圧を印加すると、417(nm)の波長を中心とする波長領域(青色領域)の右回り円偏光Baおよび左回り円偏光B

bのみが反射される。

【0074】もちろん、これらの波長領域の組み合わせで反射を行わせることも可能であるので、図9に示した構造を一つのセルとし、これをマトリクス状に配置すれば、RGBの組み合わせ8色の表示が可能なカラー液晶表示装置を実現することができる。

【0075】一方、8Ba、8Bbおよび8Ga、8Gbにスイッチング素子60を介して交流電源6から電圧を印加する第1の期間と、8Ba、8Bbおよび8Ra、8Rbにスイッチング素子60を介して交流電源6から電圧を印加する第2の期間と、8Ga、8Gbおよび8Ra、8Rbにスイッチング素子60を介して交流電源6から電圧を印加する第3の期間を16.6(ms)の周期で繰り返せば、各液晶表示装置は電圧印加状態で選択反射の中心波長が赤外領域になって可視光はすべて透過するようになったため、第1の期間では赤、第2の期間では青、第3の期間では緑の色が反射されて見える現象が高速に交替する。

【0076】なお、たとえば、図10に示すように、3個の液晶表示装置8Bb、8Gbおよび8Rbを取り去り、反射光として右回り円偏光のみを利用するようにしても同じである。この場合は、常に左回り円偏光Bb、GbおよびRbが可視光吸収体9に達するため光利用効率は低下するが、使用する液晶表示装置の個数が半分になるため駆動回路や駆動電力、重量を半減し、低価格かつ低消費電力の液晶表示装置を提供することができる。なお、もちろん左回り偏光のみを利用するようにしてもよいし、色毎に異なる回りの偏光を利用するようにしてもよい。また、図9、10における可視光吸収体9の材質は任意であり、積層配置した複数の液晶表示装置のうちで最下層の液晶表示装置の一方の基板の一方を可視光吸収体で構成してもよい。

【0077】さて、このように、本第6実施例によれば、光の3原色を高速に交替して反射するカラー表示を実現できるので、図11に示す構成によって、フルカラーの液晶表示を実現することができる。

【0078】すなわち、図11に示すように、図9に示した構造を一つのセルとし、これをマトリクス状に配置した液晶表示装置8の下層に黒色プラスチックフィルムからなる可視光吸収体9を積層配置し、液晶表示装置8の上方に、ゲスト-ホストモードのポリマ分散型液晶を利用した透過型単色液晶表示装置22を積層配置する。

【0079】液晶表示装置8における電極パターンは、透過型単色液晶表示装置22における電極パターンあるいは遮光層のパターンが表示面に垂直な方向から見たときに相互に重なり合うように積層配置する。

【0080】また、行駆動回路221、列駆動回路222、各部を制御する制御回路100を設ける。

【0081】そして、このような構成において、制御回路100は、液晶表示装置8が赤、青、緑の色を順次交

代して繰返し高速に反射するよう制御する。また、制御回路は、外部より入力するRGB画像データに応じて行駆動回路221、列駆動回路222を制御して、透過型単色液晶表示装置22上に表示画像パターンの各色に適合した透過率パターンを、液晶表示装置8が赤、青、緑の反射期間に同期して実現し、各色の透過光量を制御する。これにより、液晶表示装置8において選択反射される光の量を任意に制御することができる。すなわち、特定の波長領域の光の量を任意に制御可能である。したが

10 い、これにより、光利用効率を向上した明るいフルカラー液晶表示装置を実現できる。

【0082】なお、透過型単色液晶表示装置22にゲスト-ホストモードのポリマ分散型液晶を利用したが、透過型単色液晶表示装置22としては、ツイステッドネマチック型液晶表示装置やスーパーツイステッドネマチック型液晶表示装置、コレステリック-ネマチック相転移型ゲスト-ホストモード液晶表示装置、動的散乱モード液晶表示装置なども利用して構わない。さらに、透過型単色表示装置であれば無機物を利用した表示装置を用いることも可能である。

20 【0083】また、図11には、液晶表示装置8として、図10に示した液晶表示装置を用いた場合について示したが、もちろん図9に示した液晶表示装置を用いれば、より明るい表示を実現することができる。

【0084】【実施例7】以下、本発明の第7の実施例について説明する。

【0085】本第7実施例では、前記第4実施例に係る液晶表示装置(図7参照)における基板3の電極2を、図12に示すように設ける。ここで、図12aは、液晶表示装置の電極構造の平面を示し、図12bは、図12a中のA-A'に沿った断面を示している。

30 【0086】さて、図示するように、本第7実施例では、光透過性のプラスチック基板3の表面に、短冊状の形状の第1の金属電極11を600( $\mu\text{m}$ )の周期で配置し、この周期の1/6の位置に短冊状の形状の第2の金属電極12を周期的に配置し、両者を電極配線93に接続した。次に、前記周期の3/6の位置に周期的に配置した短冊状の形状の第4の金属電極14と、4/6の位置に周期的に配置した短冊状の形状の第5の金属電極15の両者を電極配線93に接続した。そして、この表面にシリコン酸化物からなる絶縁層34を形成し、前記周期の2/6の位置に短冊状の形状の第3の金属電極13を周期的に配置し、電極配線92に接続し、5/6の位置に短冊状の形状の第6の金属電極16を周期的に配置し、電極配線94と接続した。

40 【0087】そして、図12に示すように電極配線91、92、93および94にそれぞれ交流電源61、62、63および64を接続して電圧を印加し、液晶表示装置を駆動した。この時、交流電源61、62、63および64の出力電圧振幅をそれぞれ15(V)、45

(V)、30(V)および0(V)に設定すると、第1の金属電極11と第2の金属電極12に挟まれた部分および第4の金属電極14と第5の金属電極15に挟まれた部分では選択反射された光の反射率が図4中の曲線10B2で表されるため青色が反射されて見え、第2の金属電極12と第3の金属電極13に挟まれた部分および第5の金属電極15と第6の金属電極16に挟まれた部分では選択反射された光の反射率が図4中の曲線10R2で表されるため赤色が反射されて見え、第3の金属電極13と第4の金属電極14に挟まれた部分および第6の金属電極16と第1の金属電極11に挟まれた部分では選択反射された光の反射率が図4中の曲線10G2で表されるため緑色が反射されて見えた。これにより、300( $\mu\text{m}$ )を周期として赤、緑、青が空間的に繰り返されて見えた。ただし、各交流電源61、62、63および64は、同極性(正/負)で電圧を交流している。

【0088】また、同様に、交流電源61、62、63および64の出力電圧振幅をそれぞれ45(V)、15(V)、0(V)および30(V)に設定しても、同様に、赤、緑、青が空間的に周期的に繰り返されて見える。

【0089】また、同様に、交流電源61、62、63および64の出力電圧振幅をそれぞれ30(V)、45(V)、15(V)および0(V)に設定すると、第1の金属電極11と第2の金属電極12に挟まれた部分および第4の金属電極14と第5の金属電極15に挟まれた部分では選択反射された光の反射率が図4中の曲線10B2で表されるため青色が反射されて見え、第2の金属電極12と第3の金属電極13に挟まれた部分および第5の金属電極15と第6の金属電極16に挟まれた部分では選択反射された光の反射率が図4中の曲線10G2で表されるため緑色が反射されて見え、第3の金属電極13と第4の金属電極14に挟まれた部分および第6の金属電極16と第1の金属電極11に挟まれた部分では選択反射された光の反射率が図4中の曲線10R2で表されるため赤色が反射されて見えた。したがって、やはり同様に、赤、青、緑が空間的に周期的に繰り返されて見える。

【0090】また、交流電源61、62、63および64の出力電圧振幅をそれぞれ45(V)、30(V)、0(V)および15(V)に設定しても、同様に、赤、青、緑が空間的に周期的に繰り返されて見える。

【0091】このように、図11に示した液晶表示装置によれば、極めて明るい反射型のRGBカラーフィルタが実現できる。

【0092】したがって、図12に示すように、階調表示可能な透過型の液晶表示装置22を図12に示した液晶表示装置上に積層して用いればフルカラー表示可能な液晶表示装置を実現することができる。

【0093】図12中、22はゲスト-ホストモードのポリマ分散型液晶を利用した透過型の階調表示可能な液

晶表示装置、221は行駆動回路を、222は列駆動回路を、100は各部を制御する制御回路を示す。8が図11に示した構造の一つのセルとし、これをマトリクス状に配置した液晶表示装置を、61、62、63、64が図12に示した交流電源61、62、63、64を示している。また、透過型の液晶表示装置22の行と列によって指定される各画素は、液晶表示装置8の各電極間の各領域上に重なるように配置されている。

【0094】このような構成において、制御回路100は、外部より入力するRGB画像データに応じて行駆動回路221、列駆動回路222を制御して、透過型液晶表示装置22の表示画像パターンに適合した透過率パターンを実現すると共に、交流電源61、62、63、64から前述したように液晶表示装置8に電圧を印加することにより光利用効率の高いフルカラー表示が実現される。

【0095】なお、本実施例においては短冊状の形状の電極を配置する周期を600( $\mu\text{m}$ )に設定したが、この値は任意でよく、電極の加工精度や表示装置としての精細度に応じて定めるようにすればよい。また、各交流電源の出力電圧振幅を固定したが、その値はコレステリック液晶組成物の選択反射の中心波長を変調できればよい。また、絶縁層34をシリコン酸化物によって形成したが、各電極を電気的に絶縁する部材であればよく、たとえばシリコン窒化物や有機高分子を用いるようにしてもよい。

【0096】なお、本実施例においては透過型単色液晶表示装置22にゲスト-ホストモードのポリマ分散型液晶を利用したが、透過型単色液晶表示装置22としては、ツイステッドネマチック型液晶表示装置やスーパーツイステッドネマチック型液晶表示装置、コレステリック-ネマチック相転移型ゲスト-ホストモード液晶表示装置、動的散乱モード液晶表示装置なども利用して構わない。さらに、透過型単色表示装置であれば無機物を利用した表示装置を用いることも可能である。

【0097】【実施例8】以下、本発明の第8の実施例について説明する。

【0098】図15に示すように、本第8実施例は、以上に説明してきた各実施例の液晶表示装置8の下層に、可視光吸収体9を積層配置し、さらに、多数の光ファイバを束ねて接着し、光ファイバの直径方向に切断して平板状に加工した光ファイバプレート21を液晶表示装置8の上方に積層配置したものである。光ファイバプレート21は、様々な方向から入射した外光L0を、光ファイバプレートの法線方向にほぼ平行に進行する光L1に変換する作用を有するため、液晶表示装置8にはほぼ平行光が表示面にほぼ垂直に入射し、選択反射される。そして、反射された光は再び光ファイバプレート21に入射してこれを透過する。これにより、液晶表示装置8に入射した光が電極によって遮られる比率を最小限に抑え

19

ることができ、また、液晶表示装置8の視角依存性を向上することができ、さらに光利用効率を向上して明るい液晶表示装置を実現できる。

【0099】なお、本実施例においては外光をほぼ平行光にする手段として光ファイバプレート21を使用した。が、複数のレンズを組み合わせて構成した光学系を利用してもほぼ同等の効果をを得ることができる。また、可視光吸収体9の材質は任意であり、積層配置した複数の液晶表示装置のうちで最下層の液晶表示装置の一方の基板の一方を可視光吸収体で構成してもよい。

【0100】以上説明したように、本発明の各実施例によれば、基板の表面にほぼ平行な電界によってドメイン境界を発生させることなくコレステリック液晶組成物の螺旋ピッチを変化させ、その反射光および透過光の波長依存性を極めて高い反射率および透過率で制御できる。特に、入射した外光が電極によって遮られる比率を低く抑え、また、表示面を見る方向により光が遮られる比率が変化しにくくすることができる。さらに、光の3原色を高速に交替して反射する表示を実現でき、あるいは、光の3原色が空間的に周期的に繰り返される表示を実現できる。さらに、これを利用して、透過型単色表示装置を積層配置することによってある特定の波長領域の光の量を任意に制御可能である。このため、本発明によって光利用効率を向上した明るいカラー液晶表示装置を実現することができる。

【0101】なお、前記第1、第2、第3、第4、第5実施例に係る液晶表示装置に、前記第6、第7実施例で示した階調表示可能な透過型単色液晶表示装置22を、同様にして組み合わせて液晶表示装置の光量を制御することにより、より多彩な色表示を可能とするようにしてもよい。

【0102】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、明るいカラー表示を行うことのできる反射型のカラー液晶表示装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例に係る液晶表示装置の構造を示す図である。

【図2】本発明の第1実施例に係る液晶組成物分子の配

20

向方位角の角度差を示す図である。

【図3】コレステリック液晶組成物に印加される電界とコレステリック液晶組成物の螺旋のピッチとの関係を示す図である。

【図4】本発明の第1実施例に係る反射率の波長依存性を示す図である。

【図5】本発明の第1実施例に係る透過率の波長依存性を示す図である。

【図6】本発明の第2実施例に係る液晶表示装置の断面を示す図である。

【図7】本発明の第4実施例に係る液晶表示装置の断面を示す図である。

【図8】本発明の第5実施例に係る液晶表示装置の断面を示す図である。

【図9】本発明の第6実施例に係る液晶表示装置の断面を示す図である。

【図10】本発明の第6実施例に係る他の液晶表示装置の断面を示す図である。

【図11】本発明の第6実施例に係るフルカラー液晶表示装置の構成を示すブロック図である。

【図12】本発明の第7実施例に係る液晶表示装置の電極の構造を示す図である。

【図13】本発明の第7実施例に係る液晶表示装置の電極と電源との接続関係を示す図である。

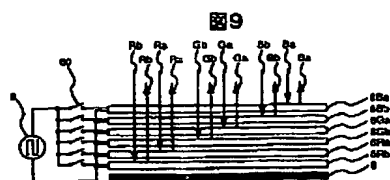
【図14】本発明の第7実施例に係るフルカラー液晶表示装置の構成を示すブロック図である。

【図15】本発明の第6実施例に係る他の液晶表示装置の断面を示す図である。

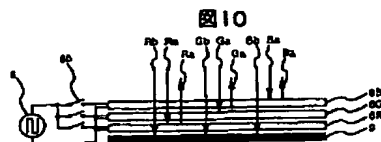
【符号の説明】

- 1、2、11、12、13、14、15、16…電極  
91、92、93、94…電極配線  
3…基板  
34絶縁層  
4…配向膜  
5、5a、5b…コレステリック液晶組成物  
6、61、62、63、64…交流電源  
60…スイッチング素子  
7…印加電界

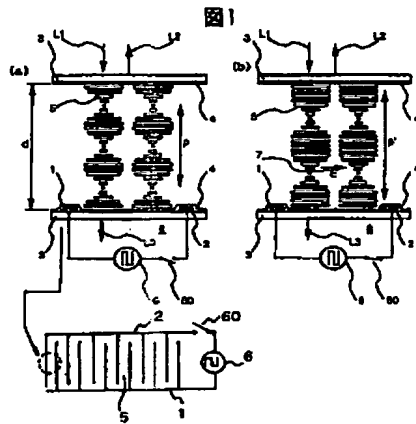
【図9】



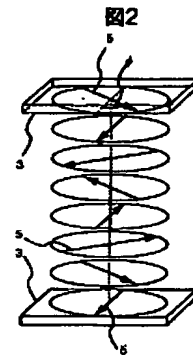
【図10】



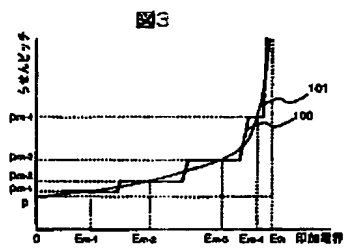
【図1】



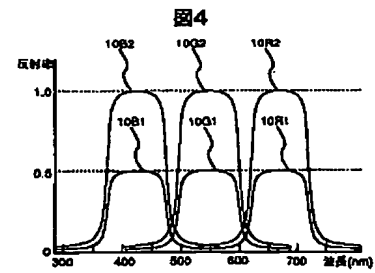
【図2】



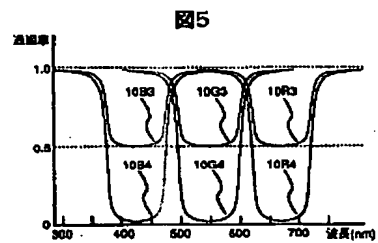
【図3】



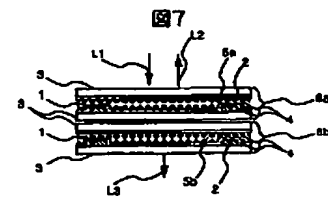
【図4】



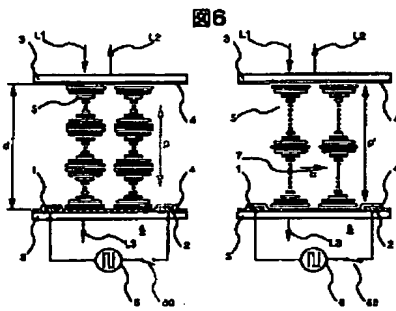
【図5】



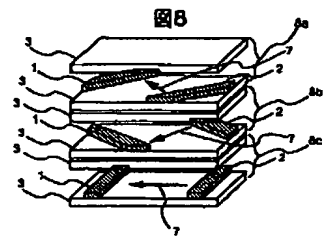
【図7】



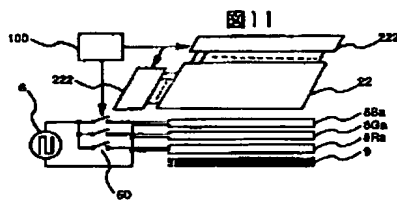
【図6】



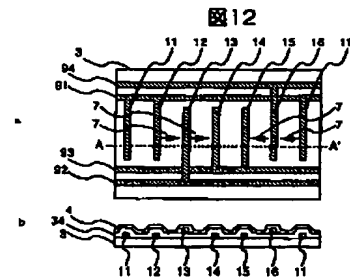
【図8】



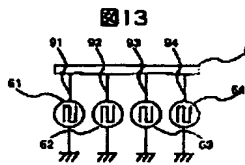
【図11】



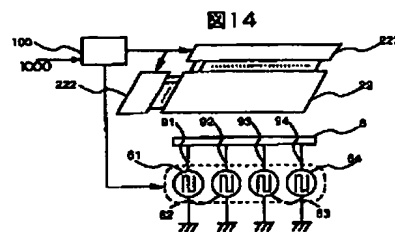
【図12】



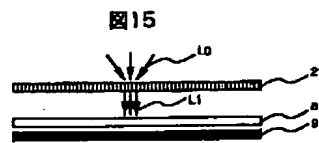
【図13】



【図14】



【図15】



---

フロントページの続き

(72)発明者 近藤 克己  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
式会社日立製作所日立研究所内